

PAT-NO: JP02001207898A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001207898 A
TITLE: FUEL INJECTOR OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE
PUBN-DATE: August 3, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJIWARA, KIYOSHI	N/A
SAKATA, ICHIRO	N/A
KAWAGUCHI, AKIO	N/A
OKADA, SUSUMU	N/A
OONAGANE, YOSHINORI	N/A
OGAWA, TAKASHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYOTA MOTOR CORP	N/A

APPL-NO: JP2000021804

APPL-DATE: January 26, 2000

INT-CL (IPC): F02D041/40, F02D041/04 , F02D041/38 , F02D045/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maintain an actual fuel injection quantity in a required fuel quantity.

SOLUTION: Fuel injection valves 20 respectively arranged in plural cylinders are connected to a common rail 21. Main injection and sub-injection are performed from the respective fuel injection valves 20 in one combustion cycle of the respective cylinders. The fuel injection timing of the main injection and the sub-injection of the respective cylinders is respectively calculated on the basis of an engine operation state. Order of precedence of the fuel injection is decided in order of the main injection, post-injection, pilot injection for forming an ignition source, pilot injection for forming an air-fuel premixture and injection for supplying HC. When the fuel injection timing of the fuel injection of one cylinder and the fuel injection timing of the fuel injection of the other cylinder overlap each other, the fuel injection timing of the fuel injection subordinate in order of precedence is changed without changing the fuel injection timing of the fuel injection superordinate in order of precedence so that these fuel injection timing do not overlap each other.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-207898
(P2001-207898A)

(43) 公開日 平成13年 8 月 3 日 (2001. 8. 3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード*(参考)
F 0 2 D 41/40		F 0 2 D 41/40	N 3 G 0 8 4
			E 3 G 3 0 1
41/04	3 8 5	41/04	3 8 5 Z
41/38		41/38	B
45/00	3 0 1	45/00	3 0 1 C
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-21804(P2000-21804)

(22) 出願日 平成12年 1 月 26 日 (2000. 1. 26)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 藤原 清

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 阪田 一郎

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外 2 名)

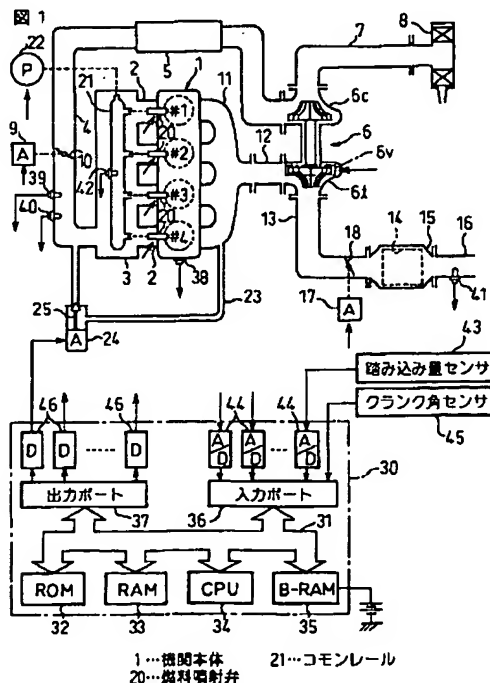
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 実際の燃料噴射量を要求燃料量に維持する。

【解決手段】 複数の気筒にそれぞれ設けられた燃料噴射弁 20 を共通のコモンレール 21 に接続する。各気筒の 1 燃焼サイクル内に各燃料噴射弁 20 から主噴射及び副噴射を行う。各気筒の主噴射及び副噴射の燃料噴射時期を機関運転状態に基づきそれぞれ算出する。燃料噴射の優先順位を主噴射、後噴射、着火源形成用パイロット噴射、予混合気形成用パイロット噴射、H C 供給用噴射の順に定め、一つの気筒の燃料噴射の燃料噴射時期と他の気筒の燃料噴射の燃料噴射時期とが互いに重なるときには優先順位が上位の燃料噴射の燃料噴射時期を変更することなく、優先順位が下位の燃料噴射の燃料噴射時期を変更してこれら燃料噴射時期が互いに重ならないようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の気筒を具備し、各気筒の1 燃焼サイクル内において主噴射から時期的間隔を隔てて副噴射を行うようにした内燃機関の燃料噴射装置において、各気筒の主噴射及び副噴射の燃料噴射時期をそれぞれ算出し、一つの気筒の主噴射の燃料噴射時期と他の気筒の副噴射の燃料噴射時期とが互いに重なるときには該主噴射の燃料噴射時期を変更することなく該副噴射の燃料噴射時期を変更してこれら燃料噴射時期が互いに重ならないようにした内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項2】 複数の気筒を具備し、各気筒の1 燃焼サイクル内において主噴射から第1の時期的間隔を隔てて第1の副噴射を行うと共に、主噴射から第1の時期的間隔よりも短い第2の時期的間隔を隔てて第2の副噴射を行うようにした内燃機関の燃料噴射装置において、各気筒の第1及び第2の副噴射の燃料噴射時期をそれぞれ算出し、一つの気筒の第1の副噴射の燃料噴射時期と他の気筒の第2の副噴射の燃料噴射時期とが互いに重なるときには該第2の副噴射の燃料噴射時期を変更することなく該第1の副噴射の燃料噴射時期を変更してこれら燃料噴射時期が互いに重ならないようにした内燃機関の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は内燃機関の燃料噴射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 複数の気筒を具備し、各気筒の1 燃焼サイクル内において主噴射から時期的間隔を隔てて副噴射、即ち例えばパイロット噴射を行うようにした内燃機関の燃料噴射装置が公知である（特開平6-129296号公報参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながらこの場合、一つの気筒の主噴射の燃料噴射時期と他の気筒の副噴射の燃料噴射時期とが互いに重なる場合がありうる。機関に設けられる複数の燃料噴射弁は通常、共通の電源に接続されており、燃料を噴射すべき期間即ち燃料噴射弁を開弁すべき期間だけ電力が供給される。従って、このように複数の燃料噴射の燃料噴射時期が互いに重なりと正規の燃料噴射を行うのに十分な電力を燃料噴射弁に供給することができなくなるために、実際の燃料噴射量が要求燃料量からずれる恐れがあるという問題点がある。

【0004】 このような問題点は各気筒の1 燃焼サイクル内において主噴射から時期的間隔を隔てて複数の副噴射を行うようにした場合にも生じうる。そこで本発明の目的は実際の燃料噴射量を要求燃料量に維持することができる内燃機関の燃料噴射装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために1 番目の発明によれば、複数の気筒を具備し、各気筒の1 燃焼サイクル内において主噴射から時期的間隔を隔てて副噴射を行うようにした内燃機関の燃料噴射装置において、各気筒の主噴射及び副噴射の燃料噴射時期をそれぞれ算出し、一つの気筒の主噴射の燃料噴射時期と他の気筒の副噴射の燃料噴射時期とが互いに重なるときにはこの主噴射の燃料噴射時期を変更することなくこの副噴射の燃料噴射時期を変更してこれら燃料噴射時期が互いに重ならないようにしている。即ち1 番目の発明では、二つの燃料噴射の燃料噴射時期が互いに重なるときには一方の燃料噴射時期が変更されるので、これら燃料噴射の燃料噴射量が要求燃料量に維持される。また、このとき、主噴射の燃料噴射時期が変更されないで機関出力又は排気に対する影響が低減される。

【0006】 また、上記課題を解決するために2 番目の発明によれば、複数の気筒を具備し、各気筒の1 燃焼サイクル内において主噴射から第1の時期的間隔を隔てて第1の副噴射を行うと共に、主噴射から第1の時期的間隔よりも短い第2の時期的間隔を隔てて第2の副噴射を行うようにした内燃機関の燃料噴射装置において、各気筒の第1及び第2の副噴射の燃料噴射時期をそれぞれ算出し、一つの気筒の第1の副噴射の燃料噴射時期と他の気筒の第2の副噴射の燃料噴射時期とが互いに重なるときにはこの第2の副噴射の燃料噴射時期を変更することなくこの第1の副噴射の燃料噴射時期を変更してこれら燃料噴射時期が互いに重ならないようにしている。即ち2 番目の発明でも、二つの燃料噴射の燃料噴射時期が互いに重なるときには一方の燃料噴射時期が変更されるので、これら燃料噴射の燃料噴射量が要求燃料量に維持される。また、主噴射からの時期的間隔が小さい方の第2の副噴射の燃料噴射時期が変更されないで機関出力又は排気に対する影響が低減される。

【0007】

【発明の実施の形態】 図1は本発明をディーゼル機関に適用した場合を示している。しかしながら本発明を火花点火式機関に適用することもできる。図1を参照すると、機関本体1は例えば4つの気筒#1、#2、#3、#4を具備する。各気筒はそれぞれ対応する吸気枝管2を介して共通のサージタンク3に接続され、サージタンク3は吸気ダクト4及びインタークーラ5を介して過給機、例えば排気ターボチャージャ6のコンプレッサ6cの出口部に接続される。コンプレッサ6cの入口部は空気吸い込み管7を介してエアクリーナ8に接続される。サージタンク3とインタークーラ5間の吸気ダクト4内にはアクチュエータ9により駆動されるスロットル弁10が配置される。なお、排気タービン6tの排気流入口にはその開口面積を変更可能な可変ノズル機構6vが取り付けられている。可変ノズル機構6vにより排気タービン6tの排気流入口面積を小さくすれば排気圧力が低

い機関低回転運転時にも過給圧を高めることができる。

【0008】一方、各気筒は排気マニホールド11及び排気管12を介して排気ターボチャージャ6の排気タービン6の入口部に接続され、排気タービン6の出口部は排気管13を介してNO_x還元触媒14を収容したケーシング15に接続され、ケーシング15は排気管16に接続される排気管13内にはアクチュエータ17により駆動される排気絞り弁18が配置される。NO_x還元触媒14は例えば銅を担持したゼオライトを具備する。このNO_x還元触媒14は流入する排気中にHC、CO 10のような還元剤が含まれていると酸化雰囲気でもNO_xを還元することができる。なお、機関1の燃焼順序は#1-#3-#4-#2である。

【0009】各気筒は筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁20を具備する。各燃料噴射弁20は共通の燃料用蓄圧室又はコモンレール21を介し吐出量を制御可能な燃料ポンプ22に接続される。燃料ポンプ22は低圧ポンプ（図示しない）を介して燃料タンク（図示しない）に接続されており、燃料ポンプ22から吐出された燃料はコモンレール21に供給され、次いで各燃料噴射弁20 20に供給される。燃料ポンプ22はコモンレール21内の燃料圧が予め定められた目標燃料圧になるように吐出量が制御される。なお、この目標燃料圧は例えば機関運転状態に応じて定めることができる。

【0010】各燃料噴射弁20は例えば電磁アクチュエータを具備し、電磁アクチュエータが付勢されると燃料噴射弁20が開弁して燃料噴射が開始され、消勢されると燃料噴射弁20が閉弁して燃料噴射が停止される。従って概略的に言うと、燃料噴射弁20に電力供給されている間だけ燃料噴射が行われることになる。なお、各燃料噴射弁20は図示しない共通の電源に接続されている。 30

【0011】さらに図1を参照すると、排気マニホールド11とスロットル弁10下流の吸気ダクト4とが排気再循環（以下EGRと称す）通路23を介して互いに接続され、EGR通路23内にはアクチュエータ24により駆動されるEGR制御弁25が配置される。電子制御ユニット（ECU）30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス31を介して相互に接続されたROM（リードオンリメモリ）32、RAM（ランダムアクセスメモリ）33、CPU（マイクロプロセッサ）34、 40常時電源に接続されているB-RAM（バックアップRAM）35、入力ポート36、及び出力ポート37を具備する。機関本体1には機関冷却水温に比例した出力電圧を発生する水温センサ38が取り付けられる。スロットル弁10下流の吸気ダクト4内には吸気ダクト4内の圧力に比例した出力電圧を発生する吸気圧力センサ39と、吸気ダクト4内の吸入空気温度に比例した出力電圧を発生する吸気温度センサ40とが配置される。排気管16にはNO_x還元触媒14から流出した排気の温度に比 50

例した出力電圧を発生する排気温度センサ41が配置される。コモンレール21にはコモンレール21内の燃料圧に比例した出力電圧を発生する燃料圧センサ42が取り付けられる。また、踏み込み量センサ43はアクセルペダル（図示しない）の踏み込み量に比例した出力電圧を発生する。これらセンサ38、39、40、41、42、43の出力電圧はそれぞれ対応するAD変換器44を介して入力ポート36に入力される。また、入力ポート36にはクランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ45が接続される。CPU34ではクランク角センサ45の出力パルスに基づいて機関回転数Nが算出され、吸気圧力センサ39の出力電圧に基づいて吸入空気量Gaが算出される。

【0012】一方、出力ポート37はそれぞれ対応する駆動回路46を介して可変ノズル機構6v、各アクチュエータ9、17、24、各燃料噴射弁20、及び燃料ポンプ22にそれぞれ接続される。ところで、コモンレール21を設けると各気筒の1燃焼サイクル内に燃料を複数回噴射することが可能になる。そこで本実施態様では、機関出力トルクを発生させるべく概ね圧縮上死点周りで行われる主噴射とは別に、主噴射から進角側又は遅角側に時期的間隔を隔てて副噴射を行うようにしている。副噴射としてはパイロット噴射、後噴射、及びHC供給用噴射が挙げられる。

【0013】パイロット噴射は主噴射に先立って少量の燃料を噴射するものである。このパイロット噴射は例えば主噴射よりも前の圧縮行程、即ち例えば圧縮上死点前（以下BTDCと称する）70から0°クランク角（以下CAと称する）程度で行われ、主噴射に対する時期的間隔が大きいときには予混合気を形成し、小さいときは主噴射による燃料を着火燃焼させるための着火源を形成する。また、複数回のパイロット噴射を行うことも可能であり、従って予混合気形成用のパイロット噴射と着火源形成用のパイロット噴射との両方を行うこともできるし、予混合気形成用のパイロット噴射を複数回行うこともできる。本実施態様では2回のパイロット噴射、即ち予混合気形成用パイロット噴射及び着火源形成用パイロット噴射を行うことが可能である。

【0014】後噴射は燃焼ガス又は排気ガス中のHCを完全燃焼させて機関から排出されるすすを低減するために、主噴射が完了した後に行われるものである。この後噴射は燃焼室内に燃焼火炎が残存している間に行われるのが好ましく、例えば主噴射完了後のBTDC0から-30°CA（圧縮上死点後0から30°CA）程度に行われる。

【0015】HC供給用噴射はNO_x還元触媒14に還元剤としてHC（炭化水素）を供給するためのものである。このHC供給用噴射は例えば主噴射又は後噴射完了後のBTDC-150から-210°CA程度に行われ

る。HC供給用噴射による燃料は完全燃焼することなくNO_x還元触媒14に到り、流入するNO_xを還元する。

【0016】図2(A)には各燃料噴射作用の燃料噴射時期が燃料噴射弁20の開弁期間の形で概略的に示されている。ここでjは各気筒の1燃焼サイクルで行われる燃料噴射の順番又は種類を表しており、即ちj=1は予混合気形成用パイロット噴射を、j=2は着火源形成用パイロット噴射を、j=3は主噴射を、j=4は後噴射を、j=5はHC供給用噴射をそれぞれ表している。

【0017】各気筒の1燃焼サイクルにおいて主噴射が必ず行われるのに対し、パイロット噴射、後噴射、及びHC供給用噴射が行われるか否かはそれぞれ機関運転状態により定められる。従って、各気筒の1燃焼サイクルで行われる燃料噴射回数は1回から5回の間で変更されうることになる。例えば図2(B)に示す例では各気筒の1燃焼サイクルに燃料噴射が4回だけ行われ、図2(C)に示す例では3回だけ行われる。

【0018】各燃料噴射の燃料噴射時期はそれぞれの目的のために最適な燃料噴射時期として算出される。具体的に説明すると、予混合気形成用パイロット噴射及び着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期はそれぞれ良好な予混合気及び着火源を形成するのに必要な燃料噴射時期であって、例えば機関回転数N及びアクセルペダルの踏み込み量DEPの関数として予めROM32内にそれぞれ記憶されている。主噴射の燃料噴射時期は機関出力トルクを要求トルクに一致させるのに最適な燃料噴射時期であって、機関回転数N及びアクセルペダルの踏み込み量DEPの関数として予めROM32内に記憶されている。後噴射の燃料噴射時期は気筒から排出されるHCを低減するのに必要な燃料噴射時期であって、機関回転数N及びアクセルペダルの踏み込み量DEPの関数として予めROM32内にそれぞれ記憶されている。HC供給用噴射の燃料噴射時期はNO_x還元触媒14から排出されるNO_x量を低減するのに必要な燃料噴射時期であって、単位時間当たりNO_x還元触媒14に流入するNO_x量を表す吸入空気量Ga及び機関回転数Nの関数として予めROM32内にそれぞれ記憶されている。

【0019】このように算出される各燃料噴射時期は対応する気筒の例えば排気上死点に対するクランク角度という意味では各気筒に対し共通であるが、これら燃料噴射時期は全て1番気筒の排気上死点からのクランク角度の形で求められ、この意味で各気筒毎に異なる値をとる。即ち、例えば各気筒の主噴射を各気筒の圧縮上死点で行うべきときには、1番気筒では360°CAとなり、3番気筒では540°CAとなる。

【0020】上述のように算出された各燃料噴射の燃料噴射時期を4つの気筒について見ると図3のようになる。なお、図3においてTDCは各気筒の排気上死点を表している。図3を参照するとこの例では、1番気筒#

1のHC供給用噴射の燃料噴射時期と、1番気筒#1の燃焼に引き続いて燃焼が行われる3番気筒#3の主噴射の燃料噴射時期とが互いに重なり合っている。また、各燃料噴射の燃料噴射時期の設定又は気筒の数によっては1番気筒#1のHC供給用噴射の燃料噴射時期と3番気筒#3の予混合気形成用パイロット噴射、着火源形成用パイロット噴射、又は後噴射の燃料噴射時期とが互いに重なり合う可能性もある。或いは、3番気筒#3の予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期が3番気筒#3の燃焼に先行して燃焼が行われる1番気筒#1の着火源形成用パイロット噴射、主噴射、又は後噴射の燃料噴射時期とが互いに重なり合う可能性もある。

【0021】ところが、このように燃料噴射時期が互いに重なり合うと次のような不具合を生ずる。即ち、機関に設けられる複数の燃料噴射弁20は共通の電源に接続されているので、燃料噴射時期が互いに重なると正規の燃料噴射を行うのに十分な電力を燃料噴射弁20に供給することができなくなり、斯くして実際の燃料噴射量が要求燃料量からずれる恐れがある。また、燃料噴射時期が互いに重なり合うと複数の燃料噴射が同時に行われることになり、この場合コモンレール21内の燃料圧が急激に変動するために実際の燃料噴射圧が目標となる燃料噴射圧からずれる恐れがあり、或いはコモンレール21内に大きな圧力脈動が発生する恐れもある。

【0022】従って、算出された燃料噴射時期が互いに重なり合うときには、燃料噴射時期が互いに重なり合わないよう燃料噴射時期を変更する必要がある。ところが、上述のように算出された燃料噴射時期は燃焼又は排気性能のために最適な時期であるので、燃料噴射時期をできるだけ変更しないのが好ましい。そこで本実施態様では、燃料噴射に優先順位を設け、優先順位が上位の燃料噴射の燃料噴射時期を変更することなく、優先順位が下位の燃料噴射の燃料噴射時期を変更し、それにより燃料噴射時期が互いに重なり合わないようになっている。

【0023】燃料噴射の優先順位はその燃料噴射時期が変更されたときに燃焼又は排気性能が悪化する程度が大きいものほど上位とされる。具体的には、主噴射が最上位とされる。主噴射の燃料噴射時期は燃焼又は排気性能に最も大きな影響を与えるからである。また、機関出力トルクの発生という面からも主噴射の燃料噴射時期を変更すべきでない。

【0024】次いで後噴射とされる。後噴射は上述したようにHCを完全燃焼させるためのものである。その燃料噴射時期が燃焼又は排気性能に与える影響は大きいからである。次いで着火源形成用パイロット噴射とされる。予混合気の着火時期は着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期に大きく依存し、燃焼又は排気性能は予混合気の着火時期に大きく依存するからである。次いで、予混合気形成用パイロット噴射とされる。予混合気形成用パイロット噴射による燃料が着火されるまでに拡

散する時間は予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期に依存するからである。最下位はHC供給用噴射とされる。HC供給用噴射は燃焼が完了した後に行われるからである。

【0025】一方、主噴射の燃料噴射時期からの時期的間隔が小さい燃料噴射ほど燃焼又は排気性能に大きな影響を及ぼしうる。従って、主噴射からの時期的間隔が小さい燃料噴射ほど優先順位が高いという見方もできる。なお、図2及び図3には示されていないが、予混合気形成用パイロット噴射を互いに時期的間隔を隔てて複数回行うことも可能である。この場合、予混合気形成用パイロット噴射同士、即ち或る気筒の予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期と他の気筒の予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期とが互いに重なり合う場合には対応する主噴射からの時期的間隔が小さい方の予混合気形成用パイロット噴射が優先され、即ちその燃料噴射時期が変更されず、主噴射からの時期的間隔が大きい方の予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期が変更される。着火源形成用パイロット噴射についても同様であるので説明を省略する。

【0026】このような燃料噴射時期の算出作用は予め定められた算出タイミング、例えば3番気筒の圧縮上死点毎に行われる。この算出タイミングが図3において矢印でもって示されている。即ち、各気筒の例えばm回目の燃焼サイクルで行われる燃料噴射の燃料噴射時期が3番気筒の(m-1)回目の圧縮上死点で算出される。このとき、各気筒のm回目の燃焼サイクルで行われる燃料噴射同士は燃料噴射時期が互いに重なり合っていない。

【0027】さらに図3を参照すると、1番気筒のm回目の燃焼サイクルが開始しても残りの気筒の(m-1)回目の燃焼サイクルが完了していない。従って、1番気筒のm回目の燃焼サイクルが開始されてから2番気筒の(m-1)回目の燃焼サイクルが完了するまでをオーバーラップ期間と称すると、このオーバーラップ期間はm回目の燃焼サイクルと(m-1)回目の燃焼サイクルとが互いに重なり合っているということになる。

【0028】このオーバーラップ期間では、先行するm回目の燃焼サイクルで行われる燃料噴射の燃料噴射時期と、後続の(m-1)回目の燃焼サイクルで行われる燃料噴射の燃料噴射時期とが互いに重なり合う可能性がある。そこで、これらの燃料噴射時期が互いに重なり合うときには上述の優先順位に従っていずれか一方の燃料噴射時期を変更するようにしている。

【0029】この場合、m回目の燃焼サイクルで行われる燃料噴射の優先順位が下位であれば、この燃料噴射の燃料噴射時期を変更すれば済む。この時点ではm回目の燃焼サイクルで行われる燃料噴射の燃料噴射時期を算出しているからである。ところが、(m-1)回目の燃焼サイクルで行われる燃料噴射の優先順位が下位であると、この燃料噴射の燃料噴射時期はすでに算出が完了し

ている。そこでこの場合には、m回目の燃焼サイクルで行われる燃料噴射の燃料噴射時期のための算出タイミングにおいて、(m-1)回目の燃焼サイクルで行われる燃料噴射の燃料噴射時期のうち変更すべきものを再計算するようにしている。

【0030】従って、1番気筒のm回目の燃焼サイクルが開始する時期から2番気筒のm回目の燃焼サイクルが完了する時期までに行われる燃料噴射の燃料噴射時期が3番気筒の(m-1)回目の圧縮上死点において算出され、この計算範囲内で行われる燃料噴射の燃料噴射時期が互いに重なることはない。このように、算出された燃料噴射時期が互いに重なり合うときには優先順位が下位の燃料噴射の燃料噴射時期が変更される。変更された結果の燃料噴射時期が別の燃料噴射の燃料噴射時期と重なり合うときにはそれら間の優先順位に従ってさらに燃料噴射時期の変更が行われる。

【0031】燃料噴射時期が重なり合わない限り、燃料噴射時期をどのように変更してもよい。しかしながら上述したように、燃料噴射時期を変更すると燃焼又は排気性能が低下しうるので、燃焼又は排気性能に対する影響ができるだけ小さくなるように燃料噴射時期を変更すべきときには対応する主噴射の燃料噴射時期からの時期的間隔が大きくなるように変更される。即ち、主噴射に先立って行われる予混合気形成用又は着火源形成用パイロット噴射については燃料噴射時期が遅角され、主噴射に続いて行われる後噴射又はHC供給用噴射については燃料噴射時期が遅角される。

【0032】以上から、算出された燃料噴射時期が互いに重なり合う場合、優先順位が下位の燃料噴射については算出された燃料噴射時期が変更されることにより最終的な燃料噴射時期が求められ、優先順位が上位の燃料噴射については算出された燃料噴射時期がそのまま最終的な燃料噴射時期とされるということになる。また、算出された燃料噴射時期が互いに重なり合わない場合も、算出された燃料噴射時期がそのまま最終的な燃料噴射時期とされる。

【0033】図4は燃料噴射時期の算出ルーチンを示している。このルーチンは予め定められた設定時間毎の割り込みによって実行される。図4を参照すると、まずステップ100では現在燃料噴射時期の算出タイミング、例えば3番気筒の圧縮上死点であるか否かが判別される。現在燃料噴射時期の算出タイミングでないときには処理サイクルを終了し、現在燃料噴射時期の算出タイミングであるときには次いでステップ101に進み、各燃料噴射の燃料噴射時期が上述したマップに基づいて算出される。続くステップ102では、算出された燃料噴射時期が主噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射が存在しないか否かが判別される。算出された燃料噴射時期が主噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料

噴射が存在しない場合にはステップ104に進み、存在する場合には次いでステップ103に進んだ後にステップ104に進む。ステップ103では、主噴射の燃料噴射時期が変更されことなく、主噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射の燃料噴射時期が変更される。この場合、主噴射の燃料噴射時期と重なり合わないように変更される。

【0034】ステップ104では、算出された燃料噴射時期が副噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射が存在しないか否かが判別される。算出された燃料噴射時期が副噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射が存在しない場合にはステップ106に進み、存在する場合には次いでステップ105に進んだ後にステップ106に進む。ステップ105では、副噴射の燃料噴射時期が変更されことなく、副噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射の燃料噴射時期が変更される。この場合、主噴射及び副噴射の燃料噴射時期と重なり合わないように変更される。

【0035】ステップ106では、算出された燃料噴射時期が着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射が存在しないか否かが判別される。算出された燃料噴射時期が着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射が存在しない場合にはステップ108に進み、存在する場合には次いでステップ107に進んだ後にステップ108に進む。ステップ107では、着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期が変更されことなく、着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射の燃料噴射時期が変更される。この場合、主噴射、副噴射及び着火源形成用パイロット噴射の燃料噴射時期

と重なり合わないように変更される。

【0036】ステップ108では、算出された燃料噴射時期が予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射が存在しないか否かが判別される。算出された燃料噴射時期が予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射が存在しない場合にはステップ108に進み、存在する場合には次いでステップ109に進んだ後にステップ108に進む。ステップ109では、予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期が変更されことなく、予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期と重なり合っている燃料噴射の燃料噴射時期が変更される。この場合、主噴射、副噴射、着火源形成用パイロット噴射及び予混合気形成用パイロット噴射の燃料噴射時期と重なり合わないように変更される。

【0037】

【発明の効果】実際の燃料噴射量を要求燃料量に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】内燃機関の全体図である。

【図2】燃料噴射時期及び気筒の1燃焼サイクルで行われる燃料噴射の数を説明するための図である。

【図3】4つの気筒の燃料噴射時期を示すための線図である。

【図4】燃料噴射時期の算出ルーチンを示すフローチャートである。

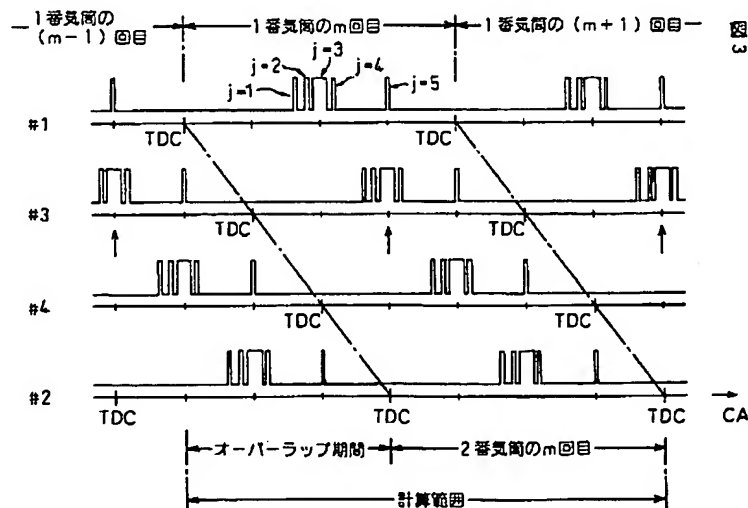
【符号の説明】

1…機関本体

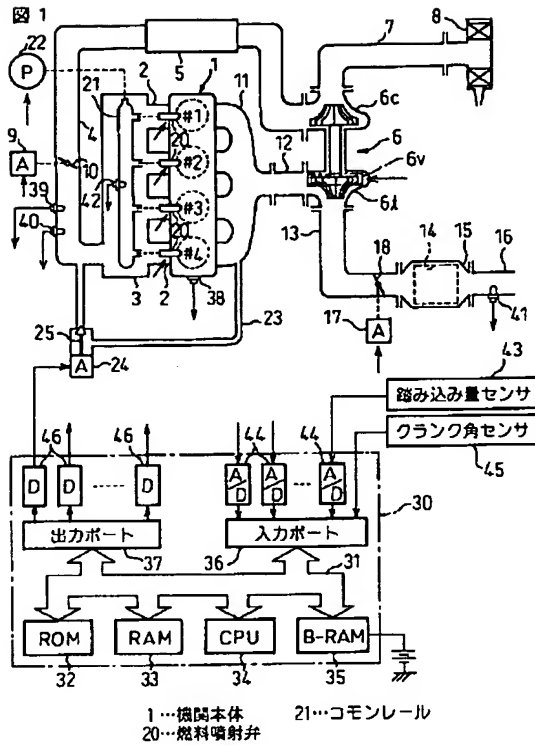
20…燃料噴射弁

21…コモンレール

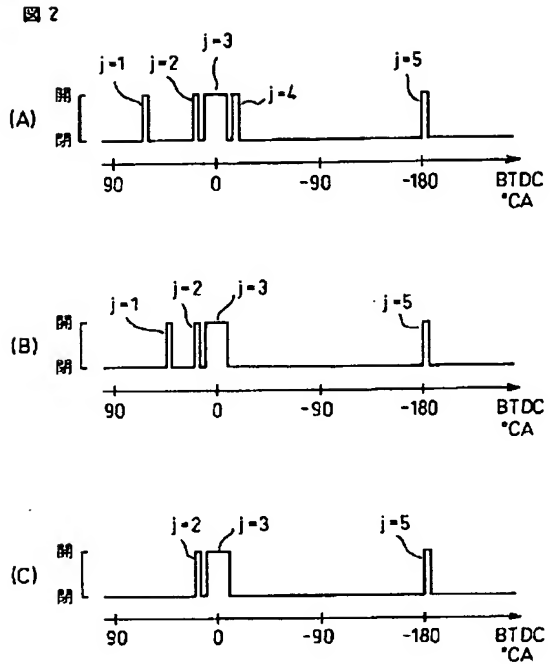
【図3】



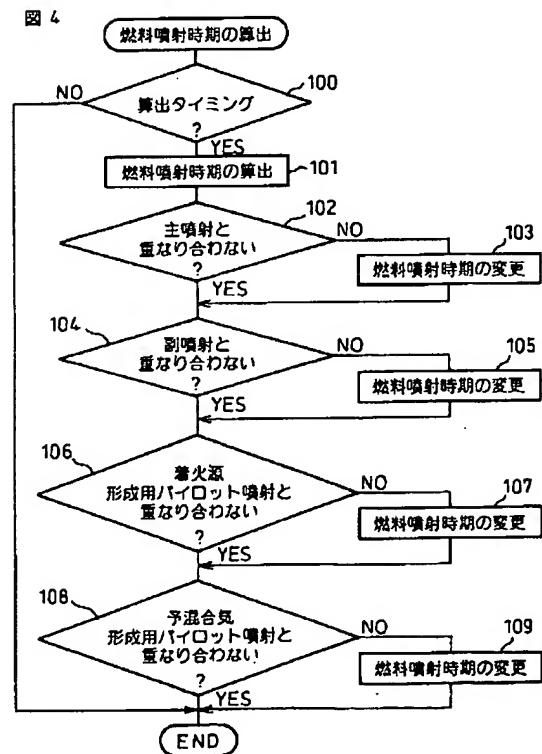
【図1】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 川口 暁生
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内
(72)発明者 岡田 晋
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内
(72)発明者 太長根 嘉紀
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 小川 孝
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内
Fターム(参考) 3G084 AA01 AA03 BA13 BA14 BA15
CA04 CA06 DA04 EA02 EB12
EC03 FA02 FA10 FA11 FA20
FA27 FA38
3G301 HA02 HA06 HA11 JA14 KA11
LB11 LB13 LC01 MA12 MA18
MA23 NA08 NC01 ND02 NE11
NE12 PA07Z PA10Z PB03A
PB08Z PD11Z PE03Z PE08Z
PF03Z

Disclaimer:

This English translation is produced by machine translation and may contain errors. The JPO, the NCIP, and those who drafted this document in the original language are not responsible for the result of the translation.

Notes:

1. Untranslatable words are replaced with asterisks (****).
2. Texts in the figures are not translated and shown as it is.

Translated: 22:57:45 JST 10/23/2006

Dictionary: Last updated 09/29/2006 / Priority: 1. Electronic engineering / 2. Mechanical engineering

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the fuel injector of the internal combustion engine which possesses two or more cylinders, separates a time gap from the main injection in 1 combustion cycle of each cylinder, and was made to perform auxiliary injection The fuel injection timing of the main injection of each cylinder and auxiliary injection is computed, respectively. The fuel injector of the internal combustion engine into which change the fuel injection timing of this auxiliary injection, and kept these fuel injection timing from overlapping mutually without changing the fuel injection timing of this main injection when the fuel injection timing of the main injection of one cylinder and the fuel injection timing of the auxiliary injection of other cylinders overlap mutually.

[Claim 2] While providing two or more cylinders, separating the 1st time gap from the main injection in 1 combustion cycle of each cylinder and performing the 1st auxiliary injection In the fuel injector of the internal combustion engine which separates the 2nd time gap shorter than the 1st time gap from the main injection, and was made to perform the 2nd auxiliary injection The fuel injection timing of the 1st and 2nd auxiliary injections of each cylinder is computed, respectively. When the fuel injection timing of the 1st auxiliary injection of one cylinder and the fuel injection timing of the 2nd auxiliary injection of other cylinders overlap mutually being alike -- the fuel injector of the internal combustion engine into which change the fuel injection timing of this 1st auxiliary injection, and kept these fuel injection timing from overlapping mutually without changing the fuel injection timing of this 2nd auxiliary injection.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fuel injector of an internal combustion engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] The fuel injector of the internal combustion engine which possesses two or more cylinders, separates a time gap from the main injection in 1 combustion cycle of each cylinder, and was made to perform auxiliary injection, i.e., for example, pilot injection, is well-known (refer to JP,H6-129296,A).

[0003]

[Problem to be solved by the invention] However, the fuel injection timing of the main injection of one cylinder and the fuel injection timing of the auxiliary injection of other cylinders may overlap mutually in this case. Two or more fuel injection valves prepared for an organization are usually connected to the common power supply, and electric power is supplied only for the period which should open, the period, i.e., the fuel injection valve, which should inject fuel. Therefore, since it becomes impossible to supply sufficient electric power to perform regular fuel injection to a fuel injection valve when the fuel injection timing of two or more fuel injection overlaps mutually in this way, there is a trouble that there is a possibility that actual fuel oil consumption may shift from required fuel quantity.

[0004] Such a trouble may be produced, also when a time gap is separated from the main injection in 1 combustion cycle of each cylinder and two or more auxiliary injections are made to be performed. Then, the purpose of this invention is to offer the fuel injector of the internal combustion engine which can maintain actual fuel oil consumption to required fuel quantity.

[0005]

[Means for solving problem] In the fuel injector of the internal combustion engine which according to the 1st invention possesses two or more cylinders, separates a time gap from the main injection in 1 combustion cycle of each cylinder, and was made to perform auxiliary injection in order to solve the above-mentioned technical problem The fuel injection timing of the main injection of each cylinder and auxiliary injection is computed, respectively. Without changing the fuel injection timing of this main injection, when the fuel injection timing of the main injection of one cylinder and the fuel injection timing of the auxiliary injection of other cylinders overlap mutually, the fuel injection timing of this auxiliary injection is changed, and these fuel injection timing is kept from overlapping mutually. That is, in the 1st invention, since one fuel injection timing is changed when the fuel injection timing of two fuel injection overlaps mutually, the fuel oil consumption of these fuel injection is maintained by required fuel quantity. Moreover, at this time, since the fuel injection timing of the main injection is not changed, influence on an engine output or exhaust air is reduced.

[0006] Moreover, in order to solve the above-mentioned technical problem, while according to the 2nd invention providing two or more cylinders, separating the 1st time gap from the main injection in 1 combustion cycle of each cylinder and performing the 1st auxiliary injection In the fuel injector of the internal combustion engine which separates the 2nd time gap shorter than

the 1st time gap from the main injection, and was made to perform the 2nd auxiliary injection. The fuel injection timing of the 1st and 2nd auxiliary injections of each cylinder is computed, respectively. Without changing the fuel injection timing of this 2nd auxiliary injection, when the fuel injection timing of the 1st auxiliary injection of one cylinder and the fuel injection timing of the 2nd auxiliary injection of other cylinders overlap mutually, the fuel injection timing of this 1st auxiliary injection is changed, and these fuel injection timing is kept from overlapping mutually. That is, since one fuel injection timing is changed when even the 2nd invention overlaps mutually [the fuel injection timing of two fuel injection], the fuel oil consumption of these fuel injection is maintained by required fuel quantity. Moreover, since the fuel injection timing of the 2nd auxiliary injection with the smaller time gap from the main injection is not changed, influence on an engine output or exhaust air is reduced.

[0007]

[Mode for carrying out the invention] Drawing 1 shows the case where this invention is applied to a Diesel engine. However, this invention is also applicable to a jump-spark-ignition type organization. If drawing 1 is referred to, the organization main part 1 possesses four cylinder #1, #2, #3, and #4. Each cylinder is connected to the common surge tank 3 through the corresponding intake-air branch pipe 2, respectively, and a surge tank 3 is connected to the Deguchi part of the compressor 6c of a supercharger 6, for example, an exhaust air turbocharger, through the air intake duct 4 and an intercooler 5. The entrance part of Compressor 6c is connected to an air cleaner 8 through the air suction tubing 7. In a surge tank 3 and the air intake duct 4 between intercoolers 5, the throttle valve 10 driven with an actuator 9 is arranged. In addition, the variable nozzle mechanism 6v in which the effective area product can be changed is attached to exhaust air inflow opening of 6t of exhaust steam turbines. If exhaust air inflow opening area of 6t of exhaust steam turbines is made small according to the variable nozzle mechanism 6v, charge pressure can be raised also at the time of organization low rotation operation with low exhaust gas pressure.

[0008] On the other hand, each cylinder is connected to the entrance part of 6t of exhaust steam turbines of the exhaust air turbocharger 6 through the exhaust manifold 11 and an exhaust pipe 12. The Deguchi part of 6t of exhaust steam turbines minds an exhaust pipe 13, and is NOX. It connects with the casing 15 which held the reduction catalyst 14, and the exhaust air throttle valve 18 driven with an actuator 17 is arranged in the exhaust pipe 13 by which a casing 15 is connected to an exhaust pipe 16. NOX The reduction catalyst 14 possesses the zeolite which supported copper. This NOX The reduction catalyst 14 is NOX also in oxidization atmosphere, if a reducing agent like HC and CO is contained during the flowing exhaust air. It can return. In addition, the combustion order of an organization 1 is #1-#3-#4-#2.

[0009] Each cylinder possesses the fuel injection valve 20 which carries out direct injection of

the fuel into a fuse-tube. The amount of discharge is connected to the controllable fuel pump 22 through the accumulator for fuel or a common rail 21 with each common fuel injection valve 20. It connects with the fuel tank (not shown) through the low pressure pump (not shown), the fuel breathed out from the fuel pump 22 is supplied to a common rail 21, and, subsequently to each fuel injection valve 20, the fuel pump 22 is supplied. The amount of discharge is controlled so that the fuel pump 22 becomes the target fuel pressure as which the fuel pressure in a common rail 21 was determined beforehand. In addition, this target fuel pressure can be defined for example, according to an engine operation state.

[0010] If for example, an electromagnetism actuator is provided, the fuel injection valve 20 will open, fuel injection will be started, if an electromagnetism actuator is energized, and each fuel injection valve 20 is de-energized, the fuel injection valve 20 will close the valve and fuel injection will be suspended. Therefore, speaking roughly, performing fuel injection, only while the electric power supply is carried out to the fuel injection valve 20. In addition, each fuel injection valve 20 is connected to the common power supply which is not illustrated.

[0011] Furthermore, if drawing 1 is referred to, the exhaust manifold 11 and the air intake duct 4 of the throttle valve 10 lower stream will be mutually connected through the exhaust-gas-recirculation (Following EGR is called) passage 23, and the EGR control valve 25 driven with an actuator 24 will be arranged in EGR passage 23. The electronic control unit (ECU) 30 consists of a digital computer. Bidirection Bath 31 is minded. ROM (read-only memory)32, RAM (random access memory)33 and CPU (microprocessor)34 which were connected mutually, B-RAM (backup RAM)35 always connected to the power supply, the input control port 36, and the output port 37 are provided. The water temperature sensor 38 which generates the output voltage proportional to organization cooling water temperature is attached to the organization main part 1. In the air intake duct 4 of the throttle valve 10 lower stream, the intake pressure sensor 39 which generates the output voltage proportional to the pressure in the air intake duct 4, and the intake temperature sensor 40 which generates the output voltage proportional to the suction air temperature in the air intake duct 4 are arranged. In an exhaust pipe 16, it is NOX. The exhaust temperature sensor 41 which generates the output voltage proportional to the temperature of the exhaust air which flowed out of the reduction catalyst 14 is arranged. The fuel pressure sensor 42 which generates the output voltage proportional to the fuel pressure in a common rail 21 is attached to a common rail 21. Moreover, the amount sensor 43 of treading in generates the output voltage proportional to the amount of treading in of the accelerator (not shown). The output voltage of these sensors 38, 39, 40, 41, 42, and 43 is inputted into the input control port 36 through corresponding A/D converter 44, respectively. Moreover, whenever 30 degrees rotates, the crank angle sensor 45 which generates an output pulse is connected to the input control port 36 for a crankshaft. In CPU34, the engine speed N is computed based on the output pulse of the crank angle sensor

45, and the suction air quantity G_a is computed based on the output voltage of the intake pressure sensor 39.

[0012] On the other hand, the output port 37 is connected to the variable nozzle mechanism 6v, each actuator 9, 17, 24, each fuel injection valve 20, and the fuel pump 22 through the drive circuit 46 which corresponds, respectively, respectively. By the way, if a common rail 21 is formed, it will become possible to inject fuel two or more times in 1 combustion cycle of each cylinder. So, apart from the main injection performed in general by the circumference of a compression top dead center, a time gap is separated from the main injection to the angle-of-lead or angle-of-delay side, and it is made to perform auxiliary injection in this embodiment in order to generate engine output torque. As auxiliary injection, pilot injection, post injection, and the injection for HC supply are mentioned.

[0013] Pilot injection injects a little fuel in advance of the main injection. This pilot injection is performed by the compression stroke before the main injection, i.e., a 70 before compression top dead center (Following BTDC is called) to 0-degree crank angle (Following CA is called) grade. When the time gap to the main injection is large, premixed air is formed, and when small, the source of ignition for carrying out ignition combustion of the fuel by the main injection is formed. Moreover, both pilot injection for premixed air formation which can also perform two or more pilot injections, therefore pilot injection for the source formation of ignition can also be performed, and pilot injection for premixed air formation can also be performed two or more times. It is possible to perform two pilot injections, i.e., the pilot injection for premixed air formation, and pilot injection for the source formation of ignition in this embodiment.

[0014] In order to reduce the soot which is made to carry out perfect combustion of the HC in combustion gas or the exhaust gas, and is discharged by the organization, post injection is performed after the main injection is completed. As for this post injection, it is desirable to be carried out while the combustion flame remains in the combustion chamber, for example, it is carried out to the BTDC0 to -30-degreeCA (after [a compression top dead center] 0 to 30-degreeCA) grade after main-injection completion.

[0015] The injection for HC supply is NOX. It is for supplying HC (hydrocarbon) to the reduction catalyst 14 as a reducing agent. This injection for HC supply is carried out to the main injection or the BTDC-150 to -210-degreeCA grade after post injection completion. The fuel by the injection for HC supply is NOX, without combusting completely. NOX which results in the reduction catalyst 14 and flows It returns.

[0016] The fuel injection timing of each fuel-injection operation is roughly shown in drawing 2 (A) in the form of the valve opening period of the fuel injection valve 20. j expresses the turn or the kind of fuel injection by which it is carried out by 1 combustion cycle of each cylinder and in which it deals here -- $j = 1$ [namely,] -- the pilot injection for premixed air formation -- $j = 2$ -- the pilot injection for the source formation of ignition -- $j = 3$ expresses the main injection, $j = 4$

expresses post injection, and $j=5$ expresses the injection for HC supply, respectively.

[0017] It is defined by an engine operation state to the main injection certainly being performed in 1 combustion cycle of each cylinder, respectively whether pilot injection, post injection, and injection for HC supply are performed. Therefore, the number of times of fuel injection performed by 1 combustion cycle of each cylinder will be changed among 1 to 5 times, and it will deal in it. For example, in the example shown in drawing 2 (B), fuel injection is performed to 1 combustion cycle of each cylinder only 4 times, and it is carried out only 3 times in the example shown in drawing 2 (C).

[0018] The fuel injection timing of each fuel injection is computed as fuel injection timing optimal for each purpose. If it explains concretely, the fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation and the pilot injection for the source formation of ignition is fuel injection timing required to form good premixed air and the source of ignition, respectively. For example, it memorizes in ROM32 beforehand, respectively as the engine speed N and a function of the amount DEP of treading in of an accelerator. The fuel injection timing of the main injection is the optimal fuel injection timing for coinciding engine output torque with claim torque, and is beforehand memorized in ROM32 as the engine speed N and a function of the amount DEP of treading in of an accelerator. The fuel injection timing of post injection is fuel injection timing required to reduce HC discharged from a cylinder, and is beforehand memorized in ROM32, respectively as the engine speed N and a function of the amount DEP of treading in of an accelerator. The fuel injection timing of the injection for HC supply is NOX. NOX discharged from the reduction catalyst 14 It is fuel injection timing required to reduce an amount. Per [NOX] unit time NOX which flows into the reduction catalyst 14 It memorizes in ROM32 beforehand, respectively as a function of the suction air quantity G_a and the engine speed N showing an amount.

[0019] Thus, although each fuel injection timing computed is [as opposed to / at a meaning called the degree of crank angle for example, to the exhaust air top dead center of a corresponding cylinder / each cylinder] common, all of these fuel injection timing take a value which is calculated in the form of the degree of crank angle from the exhaust air top dead center of a No. 1 cylinder, and is different for every cylinder in this meaning. That is, when the main injection of each cylinder should be performed by the compression top dead center of each cylinder, for example, it is set to 360-degreeCA in a No. 1 cylinder, and is set to 540-degreeCA in a No. 3 cylinder.

[0020] If the fuel injection timing of each fuel injection computed as mentioned above is seen about four cylinders, it will become like drawing 3. In addition, in drawing 3, TDC expresses the exhaust air top dead center of each cylinder. Reference of drawing 3 will superimpose mutually the fuel injection timing of the injection for HC supply of 1 No. cylinder #1, and the fuel injection timing of the main injection of 3 No. cylinder #3 when combustion is succeedingly

carried out to combustion of 1 No. cylinder #1 in this example. Moreover, depending on a setup of the fuel injection timing of each fuel injection, or the number of cylinders, the fuel injection timing of the fuel injection timing of the injection for HC supply of 1 No. cylinder #1, the pilot injection for premixed air formation of 3 No. cylinder #3, the pilot injection for the source formation of ignition, or post injection may overlap mutually. Or the fuel injection timing of the pilot injection for the source formation of ignition of 1 No. cylinder #1 to which the fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation of 3 No. cylinder #3 precedes with combustion of 3 No. cylinder #3, and combustion is performed, the main injection, or post injection may overlap mutually.

[0021] However, the following nonconformities will be produced if fuel injection timing overlaps mutually in this way. That is, since two or more fuel injection valves 20 prepared for an organization are connected to the common power supply, when fuel injection timing overlaps mutually, there is a possibility that it may become impossible to supply sufficient electric power to perform regular fuel injection to the fuel injection valve 20, and actual fuel oil consumption may shift from required fuel quantity thus. Moreover, when fuel injection timing overlaps mutually, two or more fuel injection will be performed simultaneously. In this case, there is also a possibility that there may be a possibility that actual fuel-injection pressure may shift from the fuel-injection pressure used as a target since the fuel pressure in a common rail 21 is changed rapidly, or big pressure pulsation may occur in a common rail 21.

[0022] Therefore, when the computed fuel injection timing overlaps mutually, it is necessary to change fuel injection timing so that fuel injection timing may not overlap mutually. However, since the fuel injection timing computed as mentioned above is the time optimal for combustion or exhaust performance, it is desirable not to change fuel injection timing as much as possible. Then, without preparing a priority in fuel injection and a priority changing the fuel injection timing of the fuel injection of a high order, a priority changes the fuel injection timing of low-ranking fuel injection, and fuel injection timing is kept from overlapping mutually by that cause in this embodiment.

[0023] When the fuel injection timing is changed, as for the priority of fuel injection, let the thing which has the large grade in which combustion or exhaust performance gets worse be a high order. Specifically, the main injection is made into the top. It is because the fuel injection timing of the main injection has biggest influence on combustion or exhaust performance. Moreover, you should not change the fuel injection timing of the main injection from the field of birth of engine output torque, either.

[0024] Subsequently, it is considered as post injection. It is because post injection is for carrying out perfect combustion of the HC as mentioned above, so the fuel injection timing of the influence which it has on combustion or exhaust performance is large. Subsequently, it is considered as the pilot injection for the source formation of ignition. It is because it depends for

the ignition time of premixed air on the fuel injection timing of the pilot injection for the source formation of ignition greatly and depends for combustion or exhaust performance greatly at the ignition time of premixed air. Subsequently, it is considered as the pilot injection for premixed air formation. It is because it depends on the fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation for time to be spread by the time the fuel by the pilot injection for premixed air formation is lit. The lowest is considered as the injection for HC supply. It is because injection for HC supply is performed after combustion is completed.

[0025] On the other hand, it can have big influence on combustion or exhaust performance as fuel injection with a small time gap from the fuel injection timing of the main injection.

Therefore, the view that a priority is high is also made as fuel injection with a small time gap from the main injection. In addition, although not shown in drawing 2 and drawing 3, it is also possible to separate a time gap mutually and to perform pilot injection for premixed air formation two or more times. In this case, the pilot injections for premixed air formation Namely, priority is given to the pilot injection for premixed air formation with the smaller time gap from the main injection which corresponds when the fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation of a certain cylinder and the fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation of other cylinders overlap mutually. That is, the fuel injection timing is not changed but the fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation with the larger time gap from the main injection is changed. Since the same may be said of the pilot injection for the source formation of ignition, description is omitted.

[0026] A calculation operation of such fuel injection timing is performed for every compression top dead center of the calculation timing defined beforehand, for example, a No. 3 cylinder. This calculation timing is shown that it is also with an arrow in drawing 3. That is, the fuel injection timing of the fuel injection performed in each cylinder, for example, the m-th combustion cycle, is computed by the compression top dead center of eye a time which is a No. 3 cylinder (m-1). At this time, as for the fuel injection performed by the m-th combustion cycle of each cylinder, fuel injection timing does not overlap mutually.

[0027] Furthermore, if drawing 3 is referred to, even if the m-th combustion cycle of a No. 1 cylinder begins, the combustion cycle of eye a time (m-1) of the remaining cylinders will not be completed. Therefore, [until] if the period after the m-th combustion cycle of a No. 1 cylinder is started, until the combustion cycle of eye a time (m-1) of a No. 2 cylinder is completed is called an overlap period This overlap period will say that the m-th combustion cycle and the combustion cycles of eye a time (m-1) overlap mutually.

[0028] In this overlap period, the fuel injection timing of the fuel injection performed by the m-th combustion cycle to precede and the fuel injection timing of the fuel injection performed by the consecutive combustion cycle of eye a time (m-1) may overlap mutually. So, when such fuel injection timing overlaps mutually, he follows the above-mentioned priority and is trying to

change one [a gap or] fuel injection timing.

[0029] In this case, if the priority of the fuel injection performed by the m-th combustion cycle is a low rank, and the fuel injection timing of this fuel injection is changed, it will end. It is because the fuel injection timing of the fuel injection performed by the m-th combustion cycle is computed at this time. However, calculation has already completed the fuel injection timing of this fuel injection as the priority of the fuel injection performed by the combustion cycle of eye a time (m-1) is a low rank. Then, he is trying to recalculate what should be changed among the fuel injection timing of the fuel injection performed by the combustion cycle of eye a time (m-1) in this case in the calculation timing for the fuel injection timing of the fuel injection performed by the m-th combustion cycle.

[0030] Therefore, the fuel injection timing of the fuel injection performed by the time which the m-th combustion cycle of a No. 2 cylinder completes is computed in the compression top dead center of eye a time which is a No. 3 cylinder (m-1) from the time which the m-th combustion cycle of a No. 1 cylinder starts. The fuel injection timing of the fuel injection performed by being this calculation within the limits does not overlap mutually. Thus, when the computed fuel injection timing overlaps mutually, the fuel injection timing of low-ranking fuel injection is changed for a priority. When the fuel injection timing of the changed result overlaps the fuel injection timing of another fuel injection, according to the priority of these between, a change of fuel injection timing is made further.

[0031] Unless fuel injection timing overlaps, you may change fuel injection timing how. However, since combustion or exhaust performance may fall if fuel injection timing is changed as mentioned above, you should change fuel injection timing so that combustion or influence on exhaust performance may become as small as possible. So, in this embodiment, it is changed so that the time gap from the fuel injection timing of the corresponding main injection may become large, when fuel injection timing should be changed. That is, about the object for premixed air formation or the pilot injection for the source formation of ignition performed in advance of the main injection, the angle of lead of the fuel injection timing is carried out, and the angle of delay of the fuel injection timing is carried out about the post injection or the injection for HC supply performed following the main injection.

[0032] As mentioned above, final fuel injection timing is called for by changing the fuel injection timing when the priority was computed about low-ranking fuel injection, when the computed fuel injection timing overlaps mutually. It will be said that fuel injection timing when the priority was computed about the fuel injection of the high order is made into fuel injection timing final as it is. Moreover, also when the computed fuel injection timing does not overlap mutually, let computed fuel injection timing be fuel injection timing final as it is.

[0033] Drawing 4 shows the calculation routine of fuel injection timing. This routine is performed by interruption for every setup time defined beforehand. Reference of drawing 4 will

first distinguish whether it is the calculation timing of the present fuel injection timing, for example, the compression top dead center of a No. 3 cylinder, at Step 100. When it is not the calculation timing of the present fuel injection timing, a processing cycle is ended, when it is the calculation timing of the present fuel injection timing, subsequently to Step 101 it progresses, and it is computed based on the map which the fuel injection timing of each fuel injection mentioned above. At continuing Step 102, it is distinguished whether the fuel injection to which the computed fuel injection timing overlaps the fuel injection timing of the main injection exists. It progresses to Step 104, after progressing subsequently to Step 103, in progressing to Step 104 when the fuel injection to which the computed fuel injection timing overlaps the fuel injection timing of the main injection does not exist, and existing. At Step 103, the fuel injection timing of the fuel injection which overlaps the fuel injection timing of the main injection is changed, without changing the fuel injection timing of the main injection. In this case, it is changed so that the fuel injection timing of the main injection may not be overlapped.

[0034] At Step 104, it is distinguished whether the fuel injection to which the computed fuel injection timing overlaps the fuel injection timing of auxiliary injection exists. It progresses to Step 106, after progressing subsequently to Step 105, in progressing to Step 106 when the fuel injection to which the computed fuel injection timing overlaps the fuel injection timing of auxiliary injection does not exist, and existing. At Step 105, the fuel injection timing of the fuel injection which overlaps the fuel injection timing of auxiliary injection is changed, without changing the fuel injection timing of auxiliary injection. In this case, it is changed so that the fuel injection timing of the main injection and auxiliary injection may not be overlapped.

[0035] At Step 106, it is distinguished whether the fuel injection to which the computed fuel injection timing overlaps the fuel injection timing of the pilot injection for the source formation of ignition exists. It progresses to Step 108, after progressing subsequently to Step 107, in progressing to Step 108 when the fuel injection to which the computed fuel injection timing overlaps the fuel injection timing of the pilot injection for the source formation of ignition does not exist, and existing. At Step 107, the fuel injection timing of the fuel injection which overlaps the fuel injection timing of the pilot injection for the source formation of ignition is changed, without changing the fuel injection timing of the pilot injection for the source formation of ignition. In this case, it is changed so that the fuel injection timing of the main injection, auxiliary injection, and the pilot injection for the source formation of ignition may not be overlapped.

[0036] At Step 108, it is distinguished whether the fuel injection to which the computed fuel injection timing overlaps the fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation exists. It progresses to Step 108, after progressing subsequently to Step 109, in progressing to Step 108 when the fuel injection to which the computed fuel injection timing overlaps the fuel

injection timing of the pilot injection for premixed air formation does not exist, and existing. At Step 109, the fuel injection timing of the fuel injection which overlaps the fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation is changed, without changing the fuel injection timing of the pilot injection for premixed air formation. In this case, it is changed so that the fuel injection timing of the main injection, auxiliary injection, the pilot injection for the source formation of ignition, and the pilot injection for premixed air formation may not be overlapped. [0037]

[Effect of the Invention] Actual fuel oil consumption is maintainable to required fuel quantity.

[Translation done.]